

Ключові слова: гаряче прокатування штаб, гідравлічний натискний пристрій, сортамент, технологічний процес.

Шепель Анна Олександрівна, аспірант, кафедра обробки металів тиском та матеріалознавства, ДВНЗ «Криворізький національний університет», Україна, e-mail: anna.shepel@online.ua.

Шепель Анна Александровна, аспирант, кафедра обработки металлов давлением и материаловедения, ГВУЗ «Криворожский национальный университет», Украина.

Shepel Anna, SHEE «Kryvyi Rih National University», Ukraine, e-mail: anna.shepel@online.ua

УДК 614:616-082.3

DOI: 10.15587/2312-8372.2014.28096

Чабан О. П.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЗАСАД ДЛЯ ЙМОВІРІСНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ МЕДИЧНИХ ПОСЛУГ

Проблема визначення рівня якості медичних послуг є сьогодні надзвичайно актуальною. Для достовірності результатів оцінки рівня якості вимоги до якості медичної допомоги та послуг бажано пов'язати з результатами статистичних досліджень. У статті подано елементи математичного моделювання щодо якості систем діагностування в медицині з урахуванням основних засад та методів кваліметрії та онтології предметної області у сфері охорони здоров'я.

Ключові слова: оцінювання якості, медична послуга, моделювання, діагностування, ймовірність.

1. Вступ

Надання якісної медичної допомоги населенню є пріоритетною метою діяльності закладів охорони здоров'я розвинутих країн і водночас критерієм діяльності системи охорони здоров'я в цілому. На сьогодні медичні заклади в Україні зазвичай гарантують лише ту якість послуги, яку мають можливість забезпечити. Це стосується усіх сфер діяльності закладів охорони здоров'я, у тому числі і діагностики. Для забезпечення якості медичних послуг важливе місце належить процедури діагностування як хворих, так і здорових людей.

У той же час пацієнт, звертаючись до медичного закладу, бажає отримати медичну послугу максимально можливого рівня якості. Сьогодні жорстка конкуренція серед медичних клінік пред'являє не тільки великі вимоги до якості послуг, що надаються, а й вимагає більш гнучкого відношення персоналу до потенційних і реальних пацієнтів. Щоб послуга була якісною потрібно, насамперед, змінити відношення до хворого як до споживача наданої послуги. У зв'язку з цим зростає значущість володіння персоналом основ доказової медицини, розуміння принципів роботи систем прийняття рішень та методик управління і оцінки якістю послуг.

Для встановлення критеріїв діяльності закладів охорони здоров'я загалом, доцільно використовувати методи математичного моделювання.

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

У праці [1] запропоновано вимоги до медичних систем підтримки прийняття рішень на основі експертних

систем (ЕС) і бази знань (БЗ), зокрема, вважається, що медичні системи підтримки рішень (СПР) повинні: а) бути інформативні щодо пояснень діагностичних та лікувальних рішень для лікарів; б) відображати (демонструвати) розуміння відповідних медичних знань; в) відображати загальний зміст (сенс). Отже, системи підтримки рішень повинні представляти конкретні знання. У [2] розглядається специфіка моделювання якості певного об'єкту дослідження з допомогою функціоналу якості:

$$J(P_k, FB(P_k)) = \int_{t_0}^{t_k} f(\bar{y}, \bar{u}, \bar{s}, \Omega) dt \Rightarrow opt, \quad (1)$$

де Ω — коефіцієнт чутливості; \bar{y} — вектор заданих впливів; $y_f(t)$ — компоненти вектора (фактори, для урахування яких можна використовувати відповідні індекси), $j = 1, 2, \dots, n$; \bar{u} — вектор керувань; \bar{s} — вектор невизначених збурень; $[t_0, t_k]$ — інтервал часу, в якому розглядається процес (формування оптимальних значень параметрів, які відповідають інформаційним потокам P_k , $k = 1, 2, \dots, m$); m — загальне число інформаційних потоків, які розглядаються в даному проекті; $J(P_k, FB(P_k))$ — функціонал якості (зокрема, діагностичного проекту в медицині); $f(\bar{y}, \bar{u}, \bar{s}, \Omega)$ — функція, що відображає показник якості; $FB(P_k)$ — функція, яка характеризує обернений зв'язок (Feed-back) між інформаційними потоками P_k і оточенням проекту з урахуванням коефіцієнта чутливості Ω .

В [3] висвітлено методику як за допомогою автокореляційного аналізу проводити опис динамічних процесів в медицині. Подано алгоритм знаходження оптимальних параметрів для пацієнта з урахуванням інформаційного критерію і процедури оцінювання точності.

В [4] розроблена математична модель медичної діагностики, в якій якість алгоритму класифікації оцінюється на основі близькості обчислених значень параметрів моделі до значень, що характеризують предметну область.

Суть медичного діагностування полягає у розпізнаванні одного із станів пацієнта серед можливого кінцевого набору його станів. Такими елементами набору може бути низка станів типу: «хворий», «здоровий», «не цілком хворий», «не цілком здоровий». Процедура розпізнавання реалізується за результатами спостереження деякої сукупності ознак, пов'язаних із станами потенційного хворого. Медична діагностика, тобто процес розпізнавання типу захворювання, є одним з найбільш інтелектуальних і одночасно одним з найбільш складних видів лікарської діяльності [1]. Перспективним в цьому напрямку є впровадження сучасних медичних інформаційних технологій (ІТ).

У багатьох випадках діагностування зв'язок між станами пацієнта і спостережуваними ознаками має ймовірнісний характер. При цьому сукупність ознак можна трактувати як випадковий вектор, що має для різних станів пацієнта різні розподіли ймовірності. При цьому передбачається, що ці розподіли отримані в результаті опрацювання великих обсягів даних і тому їх характер наближено відомий (зокрема, для прикладу, можна вибрати як початковий нормальний, експоненціальний, гамма розподіли тощо).

Перехід до ймовірнісних моделей діагностики об'єктів (пацієнтів) іноді може супроводжуватись появою кінцевої вірогідності помилкових рішень, при яких висновки про стан пацієнта виявляється невірним. Завдання моделювання полягає у побудові ймовірнісних моделей, в яких вірогідність таких помилкових висновків у певному сенсі мінімальна.

Створення і впровадження ефективних методів оцінки якості медичних послуг, побудова ймовірнісних моделей на основі експертних систем дозволить оптимізувати і підвищити ефективність надання медичної допомоги на усіх етапах лікувально-діагностичного процесу. Важливим аспектом є розроблення єдиної уніфікованої технології проведення оцінювання для різних служб і профілів медичної допомоги. Окрім цього, такий підхід забезпечить взаємодію експертів різних рівнів і напрямів.

3. Мета та задача дослідження

Метою даної роботи є аналіз існуючих систем підтримки прийняття рішень для медичної діагностики, а саме СПЛР побудовані на основі ймовірнісного підходу.

Задачею дослідження є розроблення елементів системи підтримки рішень, які включають можливість співвідношень оцінювання якості процедури діагностування з урахуванням функціоналу якості.

4. Моделювання елементів систем підтримки лікувальних рішень (СПЛР) з урахуванням функціоналу якості

Введемо позначення n — класів можливих альтернативних станів пацієнтів, які відповідають множині N захворювань і один стан «пацієнт в основному здоровий», якому відповідає параметр $Z = 1$.

Реальний стан об'єкта $R = X + Z$, де $X = \{x_i\}$, x_i — параметри, які характеризують симптоми захворю-

вань ($i = 1, 2, 3 \dots \pi$). Загальне число симптомів p встановлює лікар, або консилиум лікарів. В інформаційні системи входять і нечіткі параметри, які характеризують: бактеріальну флору, локалізацію запального процесу, анатомічну локалізацію, супутню патологію тощо.

Параметри об'єкта x_1, \dots, x_m створюють векторну ознаку $x \in X$. Вектор X може містити неперервні і дискретні компоненти. Для простоти приймаємо, що вектор X для кожної діагностичної ситуації H_l має неперервну умовну функцію розподілу, тобто $f(X|H_l), l = \overline{1, 4}$. Розглядаємо 4 класи діагностичних ситуацій аналогічно як в теорії ризиків: H_1 — характеризує ситуацію мінімального ризику для здоров'я ($\sigma = 0,0 \dots 0,1$); H_2 — ситуація незначного (малого) ризику ($\sigma = 0,1 \dots 0,25$); H_3 — ситуація допустимого ризику ($\sigma = 0,25 \dots 0,5$); H_4 — ситуація критичного ризику ($\sigma = 0,5 \dots 1$); $\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^{\pi} (B_i - B_*)^2 \cdot p_i}$ —

середньоквадратичне відхилення [5]; B_i — величина втрат (відхилень); p_i — ймовірність небажаних наслідків (для здоров'я); $Q_i = B_i \times p_i$ — величина ризику;

$B_* = \sum_{i=1}^{\pi} B_i \cdot p_i$ — найімовірніша величина втрат. Значення B_i визначають експертним методом або з допомогою відповідного пристрою. Наприклад, нормальний артеріальний тиск 120/80. Люди, чий тиск становить 140/90 або вище при як мінімум 2 вимірах, вважаються гіпертоніками. Для гіпертоніка:

$$B_i = (140 - 120) / 120 = 0,167;$$

$$B_2 = (90 - 80) / 80 = 0,125.$$

Задача найпростішого варіанту, зокрема, при $n = 3$, полягає в побудові правил, де кожному значенню ознаки, $x_i \in X$, відповідає об'єкт в одній із двох ситуацій: H_1 («об'єкт майже здоровий» ($\sigma = 0,0 \dots 0,1$)) або H_2 («об'єкт в основному хворий» ($\sigma = 0,1 \dots 1,0$)). Таке правило назовемо вирішальним. Побудова вирішального правила здійснюється розбиттям множини X усіх значень ознаки X на дві області, які не перетинаються X_1 і X_2 :

1) $X = X_1 \cup X_2$, $X_1 \cap X_2 = \emptyset$, і виконання відповідних імплікацій:

2) $X \subseteq X_1 \Rightarrow d_1$ (рішення, якому відповідає подія H_1 (об'єкт майже здоровий));

3) $X \subset X_2 \Rightarrow d_2$ (рішення, якому відповідає подія H_2 (об'єкт в основному хворий)).

У деяких випадках застосовуються складніші рандомізовані правила (які не мають, проте, для практики принципового значення). Вирішальне правило можна розглядати як функцію значення ознаки $\delta = \delta(y)$ зі значеннями d_1 і d_2 , представити його у вигляді:

$$\delta(y) = \begin{cases} d_1 \text{ (об'єкт майже здоровий),} \\ d_2 \text{ (об'єкт в основному хворий).} \end{cases} \quad (2)$$

Множині розбиттів $X = X_1 \cup X_2$ відповідає множині вирішальних правил $\delta(y)$ типу (2), серед яких слід вибрати таке, котре приводить до найбільш достовірного рішення про стан здоров'я пацієнта. Відомо, що ця достовірність визначається властивостями розподілу

ознаки $f(X|H_i)$ і має відповідне трактування, про яке йтиме мова далі.

Нехай вирішальне правило $\delta(y)$ типу (2) відповідає об'єднанню $X = X_1 \cup X_2$. Можливі два типи помилкових рішень: 1) майже здоровий пацієнт приймається в основному хворим (помилка першого роду); 2) в основному хворий пацієнт приймається майже здоровим (помилка другого роду). Цим помилкам ставимо у відповідність ймовірності:

$$\alpha = \int_{X_1} f(x|H_1)dx \quad \text{та} \quad \beta = \int_{X_2} f(x|H_2)dx. \quad (3)$$

Частковим випадком діагнозу може бути випадок, коли $\alpha = \beta = 0$.

На практиці трапляються і складніші ситуації, тобто коли безпомилковість не спостерігається і ймовірності α та β не дорівнюють нулю.

Значення α і β взаємозалежні. Це приводить до того, що знайти таке вирішальне правило, яке одночасно відповідало би мінімальним значенням α і β , виявляється неможливим. У цій ситуації можна отримати значення умовного мінімуму однієї з цих ймовірностей (наприклад — α) при фіксованих значеннях другої (β), тобто серед усіх вирішальних правил $\delta = \delta(\beta)$ при кожному заданому β потрібно знайти таке, при якому α досягає мінімального значення:

$$\alpha_{\min} = \alpha_{\min}(\beta) = \min_{\delta(\beta)} \alpha(\beta). \quad (4)$$

Іноді замість ймовірності помилки другого роду β використовується ймовірність $\phi = 1 - \beta$ правильної класифікації об'єкту другого класу (тобто рішення про те, що пацієнт в основному хворий, коли він дійсно хворий). Тоді замість функції $\beta_{\min} = \beta_{\min}(\alpha)$ отримаємо залежність [6]:

$$\phi_{\max} = \phi_{\max}(\alpha) = \max_{\delta(\alpha)} \phi(\alpha), \quad (5)$$

яку іноді називають робочою характеристикою ознаки. Показник ϕ_{\max} називають також потужністю вирішального правила при даному α .

У процесі моделювання на основі (1)–(5) та побудови інформаційних систем (ИС) для сфери медицини використовується поняття моделі предметної області (онтології), яка на основі системи знань (бази знань (БЗ)) забезпечує автоматичний вибір оптимального алгоритму розв'язку задачі діагностування пацієнтів і, відповідно, оптимальну якість процедури діагностування пацієнтів згідно (1).

Діагностичні ІС, що розробляються за допомогою математичного забезпечення, є системами штучного інтелекту. На сьогодні практично не існує аналогів систем прийняття лікарських рішень (СПЛР), які давали б практичному лікарю-фахівцю структуровані терапевтичні схеми медикаментозного призначення для лікування різних патологій [7]. Складність полягає у створенні інформаційної моделі представлення знань даної предметної області, яка вимагає знань кваліфікованого експерта в даній області. Внаслідок цього, лікувальні ІС дають потенційну платформу для по-

дальших досліджень та опрацювань значного обсягу статистичних даних [7].

Поширення ускладнених форм захворювань обумовлює створення сучасних медичних засобів, спрямованих на підвищення ефективності методів підбору схем діагностування та лікування пацієнтів на підставі опрацьованих початкових параметрів. Побудова баз знань та правил виводу в експертних системах (ЕС), які базуються на міркуваннях експертів у конкретній предметній області, носить складний характер їхньої формалізації, що саме і представляє основну цінність. Втілення ідеї різних схем діагностування та лікування пацієнтів при розгляді СПЛР дало можливість ретельно проаналізувати їхні переваги та недоліки [7].

Ряд опрацьованих схем мають достатньо переваг [7]:

- вдається накопичувати інформацію, що надходить із різних джерел, з метою підтвердження або неспростування певної гіпотези (байєсовий підхід);
- універсальність і простота (ієрархічні агрегративні методи);
- висока точність і стабільність (апріорний метод);
- спрощується процес підтвердження факту (метод зворотного висновку);
- створюється ефект більш «уважного» відношення ЕС до предмета експертизи (алгоритм логічного висновку).

Недоліки методів дають можливість проаналізувати ефективність їхнього застосування, а саме [7]:

- при розгляді більше одного параметра принципова схема роботи ЕС ускладнюється та з'являється показник невизначеності (байєсовий підхід);
- великі затрати обчислювальних ресурсів (ієрархічні агрегративні методи);
- невдале початкове розбиття не може бути змінене на наступних кроках (ієрархічні агрегративні методи);
- працюють лише з бінарними ознаками об'єктів (апріорний метод);
- «не знаходять» асоціативних залежностей з малою підтримкою (апріорний метод);
- при присутності факту невизначеності пошук оптимального результату ускладнюється (метод зворотного висновку);
- при неоднозначності результатів виникає багато альтернативних рішень, що ускладнюють проведення ефективного лікування пацієнта (алгоритм логічного висновку).

Для розв'язання задач медичної діагностики та лікування доцільно використовувати методи теорії нечіткої логіки, які реалізуються за допомогою експертних систем (ЕС) [8].

На даний час дослідження в галузі підтримки прийняття лікувальних рішень ведуться, але сучасні СПЛР не забезпечують виконання повного обсягу поставлених завдань для реалізації процесу підбору оптимальної та індивідуальної схем призначення варіантів лікування пацієнтів із різними типами захворювань [7].

Тому основними задачами, що виникають при моделюванні інформаційних медичних систем, є [7]:

- узагальнення методів представлення складно-формалізованих даних та забезпечення коректного розв'язання задач у предметних областях медицини;
- розроблення моделі та методів функціонування лікувальної ІС;

- розроблення алгоритмів підбору найоптимальнішого механізму лікувальних фармацевтичних схем;
- розробка системи підтримки лікувальних рішень, які поєднують переваги традиційних методів подання експертних знань в ЕС;
- впровадження прототипу лікувальної системи в медичному закладі та апробація результатів роботи розроблених алгоритмів.

Особливості проектування ЕС вимагають введення формальної моделі СПЛР. Для формалізованого представлення лікувальної експертної системи (ЛЕС), завданням якої є підбір найоптимальнішого механізму лікувальної фармацевтичної схеми, за основу береться структурна модель продукційної ЕС, яку зазвичай використовують для розв'язання такого класу задач.

База знань у відповідності зі структурною схемою ЕС полягає в підборі певної множини правил ξ типу (2)–(5).

Формалізовану модель СПЛР розглядають на основі концепції теорії автоматів, що підтверджує існування функції вихідних сигналів, яка залежить від множини станів системи та вхідних сигналів, тобто параметрів пацієнта [7]. На підставі цього встановлено, що процес призначення лікування є особливим видом автомата-абстракції при використанні опису шляху зміни стану об'єкта (хворого) в залежності від досягнутого стану та інформації отриманої ззовні [7]. Такого типу алгоритм прийняття медичних рішень формалізує процес призначення лікування хворих з різною патологією. На основі цього описана система організації роботи системи підтримки прийняття лікувальних рішень, у результаті чого лікар-експерт на базі проведеного аналізу множини параметрів отримує найоптимальнішу схему лікування [7].

Відомі деякі результати напрацювань щодо структуризації моделей діагностичних ознак X і діагнозів D [9]. При цьому реалізуються перетворення [9]:

$$\begin{aligned} F1: X \rightarrow S_x, \quad F2: D \rightarrow S_D, \\ F3: S_x \rightarrow S_y, \quad F4: S_y \rightarrow S_z. \end{aligned} \quad (6)$$

Тут перетворення $F1, F2$ — синтез ієрархічних структур ознак X і діагнозів D на основі ієрархічної кластеризації, а перетворення $F3, F4$ — реконфігурація структури параметрів. В моделі [10]: $Y(\xi, S_i)$, $Z(\xi, S_i)$ — простори вихідних та перетворених в процесі реконфігурації параметрів, які характеризують симптоми хвороби пацієнта; S_i — множини станів; $S_i = \{s_{ij}^k\}$; $k=0,14$; $i=1, n_k$; $j=1, n_i$, де n_k — число підсистем організму на k -му рівні взаємодії; n_i — число можливих станів i -ї підсистеми на k -му рівні.

Множина станів S_i умовно розбивається на підмножини: S_{in} — норма, S_{ig} — граничний стан і S_{ip} — патологія, тобто:

$$S_i = S_{in} \cup S_{ig} \cup S_{ip}. \quad (7)$$

Множина станів усього організму S визначається множинами станів всіх його підсистем $S = \{S_i\}$ $i=1, n_r$, де $n_r = \max n_k$. Прийнята в медицині система діагнозів $D = \{D_i\}$ $i=1, n_d$ є відображенням множини можливих станів організму на систему термінів і визначень $\{s_{ij}^k\} \rightarrow \{D_i\}$. При цьому, кожний діагноз є деякою підмно-

жиною станів організму $D_i \subset S$, і кожний стан організму може відображати кілька рівнів взаємодії його підсистем. Діагноз D_0 — «практично здоровий» визначається як:

$$D_0 = \{s_{ij}^k\} \quad \forall s_{ij}^k \in (S_{in} \cap S_{ig}), \quad (8)$$

а множина інших діагнозів $\{D_i\}_{i \neq 0} = \{s_{ij}^k\} \quad \exists s_{ij}^k \in S_{ip}$.

Вихідними даними для діагностування є прийнята в медичній практиці система діагностичних ознак $X = \{x_0, \dots, x_i, \dots, x_m\}$, яка якоюсь мірою відображає поточний j -й стан i -ї підсистеми організму на k -му рівні взаємодії s_{ij}^k , тобто множина станів $\{s_{ij}^k\}$ відображається на множину ознак X . Таким чином, невідомий поточний стан підсистем організму s_{ij}^k відображається як на множину діагнозів $\{D_i\}$, так і на множину ознак, при цьому завданням системи підтримки прийняття рішень (СППР) є визначення залежності:

$$X \Rightarrow \{D_i\}. \quad (9)$$

Ієрархічна кластеризація ознак (перетворення $F1$) ґрунтується на представленні задачі кластеризації у вигляді потокової моделі з урахуванням потоків P_k (1). При цьому вихідні ознаки представляються вершинами повнозв'язного графа, а дугам такого графа приписуються деякі чисельні дані (коефіцієнт парної кореляції, хоча можливо застосування інших статистичних мір зв'язку). Тоді задача ієрархічної кластеризації вершин зводиться до послідовної процедури розподілу графа на підграфи таким чином, щоб досягти максимального зв'язку вершин усередині класу (підграфа) при мінімальному зв'язку між класами. При такому формулюванні, задача зводиться до потокової, для рішення якої пропонується адаптація алгоритму «дефекту», що ефективно застосовується для розв'язання поточкових задач з обмеженнями.

Проектування систем підтримки лікувальних рішень разом з системою співвідношень (1)–(9), які забезпечують оптимізацію якості процедури діагностування, дає лікарю-фахівцю можливість підвищити рівень кваліфікованої медичної допомоги та ефективність вибору медикаментозної терапії при лікуванні різного типу патології у пацієнтів. Все ж завершальний етап діагностування, відповідальність та прийняття остаточного рішення щодо системи лікування залишається за лікарем. При цьому інформаційні системи є важливими елементами системи охорони здоров'я, що сприяють підвищенню швидкості та якості отримання медичної інформації.

5. Висновки

У результаті проведених досліджень:

1. Побудовано елементи інформаційної системи (ІС) для сфери медицини, в якій з допомогою моделі предметної області (онтології) і відповідної бази знань створено умови для забезпечення автоматичного вибору оптимального алгоритму розв'язування задачі діагностування пацієнтів.

2. Встановлено, що результати проектування систем підтримки та прийняття лікувальних рішень разом з системою співвідношень для оцінювання якості процедури діагностування з урахуванням функціоналу якості дають лікарю-фахівцю можливість підвищити рівень

кваліфікованої медичної допомоги та ефективність вибору медикаментозної терапії при лікуванні різного типу патології у пацієнтів.

3. Головною стратегією подальшого удосконалення діагностичних моделей в медицині є використання на міжнародному рівні єдиних стандартизованих сучасних науково-методологічних підходів та їх удосконалення, причому пріоритетним критерієм повинно стати урахування соціальних переваг, що в свою чергу сприятиме підвищенню якості медичної допомоги та її доступності для всіх верств населення.

Література

1. Гнатівська, Ю. О. Розробка медичних діагностичних систем реального часу [Текст] / Ю. О. Гнатівська // Наукові праці Чорноморського державного університету імені Петра Могили. Сер.: Комп'ютерні технології. — 2008. — Т. 90, Вип. 77. — С. 130–136.
2. Крап, Н. П. Нейронні мережі як засіб управління конфігураціями проектів туристичних потоків [Текст] / Н. П. Крап, В. М. Юзевич // Управління розвитком складних систем. — 2013. — Вип. 14. — С. 37–40.
3. Евстафьева, В. В. Математическое моделирование динамики эпидемического процесса [Текст] / В. В. Евстафьева // Математическое моделирование и дифференциальные уравнения. — Минск: Институт математики НАН Беларуси, 2009. — Часть I. — С. 37–39.
4. Смагин, С. В. Метод оценки значений параметров математической модели медицинской диагностики [Текст]: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: спец. 05.13.18 / С. В. Смагин. — Владивосток, 2012. — 20 с.
5. Лук'янова, В. В. Економічний ризик [Текст]: навч. пос. / В. В. Лук'янова, Т. В. Головач. — К.: Академвидав, 2007. — 464 с.
6. Натан, А. А. Основы теории случайных процессов [Текст]: учеб. пос. / А. А. Натан, О. Г. Горбачев, С. А. Гуз. — М.: МЗ Пресс, МФТИ, 2003. — 168 с.
7. Мельникова, Н. І. Особливості проектування систем підтримки лікувальних рішень [Текст] / Н. І. Мельникова, К. В. Стебліна // Математичні машини і системи. — 2014. — № 1. — С. 92–100.

8. Чабан, О. П. Огляд світової практики щодо впровадження медичних інформаційних систем та проблеми створення єдиного медико-інформаційного простору [Текст] / О. П. Чабан, О. В. Бойко // Вісник НУ «Львівська політехніка». Комп'ютерні науки та інформаційні технології. — 2013. — № 771. — С. 365–371.
9. Мельникова, Н. І. Аналіз стану програмного забезпечення в медицині [Текст] / Н. І. Мельникова, Н. Б. Шаховська // Вісник НУ «Львівська політехніка». — 2010. — № 673. — С. 146–153.
10. Поворознюк, А. І. Інформаційні технології підтримки прийняття рішень у медичній діагностиці на основі синтезу структурованих моделей [Текст]: автореф. дис. д-ра техн. наук: спец. 05.13.06 / А. І. Поворознюк. — Харків, 2011. — 37 с.

ФОРМУЛІРОВАКА ОСНОВ ВЕРОЯТНОСТНОГО МОДЕЛЮВАННЯ І ОЦІНКИ ЯКОСТВА МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ

Проблема определения уровня качества медицинских услуг является сегодня чрезвычайно актуальной. Для достоверности результатов оценки уровня качества требования к качеству медицинской помощи и услуг желательно связать с результатами статистических исследований. В статье представлены элементы математического моделирования относительно качества систем диагностирования в медицине с учетом основных принципов и методов квалиметрии и онтологии предметной области в сфере здравоохранения.

Ключевые слова: оценка качества, медицинская услуга, моделирование, диагностика, вероятность.

Чабан Олесь Петрівна, кандидат технічних наук, старший викладач, кафедра медичної інформатики, Львівський національний медичний університет ім. Данила Галицького, Україна, e-mail: olesiashto@yandex.ua.

Чабан Олесь Петровна, кандидат технических наук, старший преподаватель, кафедра медицинской информатики, Львовский национальный медицинский университет им. Данила Галицкого, Украина.

Chaban Olesya, Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Ukraine, e-mail: olesiashto@yandex.ua

УДК 658.512:661.53

DOI: 10.15587/2312-8372.2014.28098

**Бабіченко А. К.,
Азаров М. І.,
Бабіченко Ю. А.,
Красніков І. Л.,
Лисаченко І. Г.**

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАГАЛЬНИХ ТЕНДЕНЦІЙ СУЧАСНОГО РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА АМІАКУ

У статті розглянуто основні етапи еволюції виробництва синтетичного аміаку. У контексті цих етапів проаналізовані та встановлено загальні тенденції сучасного розвитку, зокрема для України, аміачного виробництва. Обґрунтовано, що природний газ в найближчі десятиріччя як і раніше буде основною сировиною в технології аміачного виробництва. При цьому особливо актуальною для вітчизняних агрегатів залишається тенденція підвищення їх енергоефективності

Ключові слова: виробництво аміаку, еволюція, загальні тенденції, аналітичні дослідження.

1. Вступ

Найважливішим продуктом хімічної промисловості є синтетичний аміак, що широко використовується у різ-

них галузях промисловості і особливо у виробництвах мінеральних добрив — переважно азотних (аміачна вода, карбамід, нітрит і сульфат амонію) і фосфатних (амофос, діамфос). Технологічний процес аміачного виробництва